

### Экспериментальная проверка закона Малюса

Цель работы: ознакомиться и проверить выполнение одного из основных законов поляризации света - закона Малюса.

#### Методика эксперимента

Пучок естественного света (рис. 1), падая на грань николя  $N_1$  (призма Николя), расщепляется вследствие двойного лучепреломления на два пучка: обыкновенный и необыкновенный. Оба пучка одинаковы по интенсивности и полностью поляризованы. Плоскость колебаний для необыкновенного пучка лежит в плоскости чертежа (плоскость главного сечения). Плоскость колебаний для обыкновенного пучка перпендикулярна плоскости чертежа. Обыкновенный пучок ( $o$ ) вследствие полного отражения от границы  $AB$  отбрасывается на зачерненную поверхность призмы и поглощается ею. Необыкновенный пучок ( $e$ ) проходит через николю. При этом интенсивность света уменьшается вследствие поглощения в веществе николя.

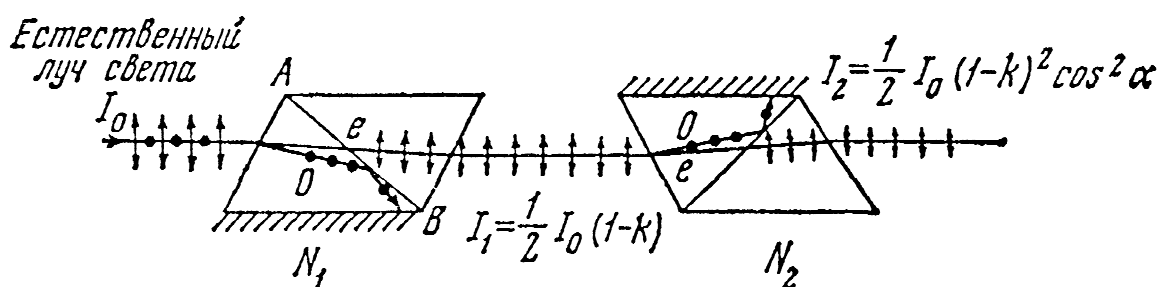


Рис. 1

Таким образом, интенсивность света, прошедшего через николю  $I_1 = 0,5 \cdot I_0(1 - k)$ . Здесь  $k$  - относительная потеря интенсивности света в николе;  $I_0$  - интенсивность естественного света, падающего на николю  $N_1$ .

Пучок плоскополяризованного света интенсивности  $I_1$  падает на николю  $N_2$  и также расщепляется на обыкновенный и необыкновенный. Обыкновенный пучок полностью поглощается в николе, а интенсивность необыкновенного пучка света, вышедшего из николя, определяется законом Малюса (без учета поглощения в этом николе):

$$I_2 = I_1 \cos^2 \alpha \quad (1)$$

где  $\alpha$  - угол между плоскостью колебаний в поляризованном пучке и плоскостью пропускания николя  $N_2$ .

Учитывая потери интенсивности во втором николе, получим

$$I_2 = I_1(1 - k) \cos^2 \alpha = 0,5 \cdot I_0(1 - k)^2 \cos^2 \alpha \quad (2)$$

#### Описание установки

Для получения и анализа поляризованного света должны последовательно использоваться поляризатор и анализатор. В рабочей установке поляризатор жестко закреплен в металлической трубе, анализатор - в насадке с лимбом. Оба они имеют одну и ту же оптическую ось. Анализатор может вращаться относительно этой оси, при этом угол поворота его можно фиксировать.

На рис. 2 изображена оптическая схема установки. Свет от излучателя попадает на поляризатор, проходя через который он поляризуется в некоторой плоскости, интенсивность его обозначим  $I_{\Pi}$ . Далее этот свет попадает на анализатор. В зависимости от угла между плоскостью пропускания поляризатора и плоскостью пропускания анализатора интенсивность света  $I_A$  вышедшего из анализатора или уменьшится (иногда до нуля), или не изменится (поляризатор и анализатор скрещены или не скрещены) определяется законом Малюса  $I_A = I_{\Pi} \cos^2 \alpha$ .

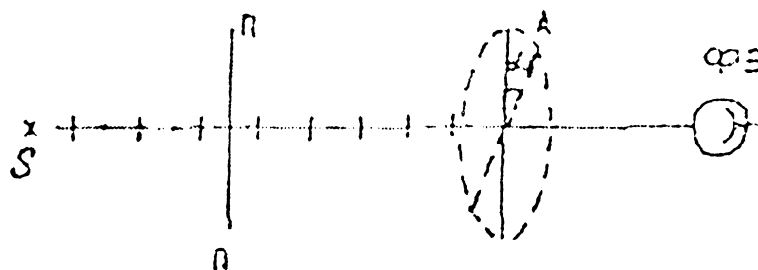


Рис. 2

На выходе луча из анализатора установлен фотоприёмник соединенный с измерителем фототока. Сила фототока  $i_\phi$  пропорциональна интенсивности выходящего из анализатора света

$$i_\phi = \xi \cdot \cos^2 \alpha \quad (3)$$

где  $\xi$  - коэффициент пропорциональности.

Замеряя величину силы фототока можно определить относительную интенсивность света, прошедшего через анализатор.

#### Порядок выполнения работы

1. Включите лампу осветителя.
2. Медленно вращая анализатор, установите его так, чтобы величина фототока оказалась наибольшей. Это соответствует такому положению, при котором плоскости пропускания анализатора и поляризатора совпадают ( $\alpha = 0$ ). Запишите величину фототока.

#### Задание 1. Проверка закона Малюса

Поворачивая анализатор на угол не менее чем  $180^\circ$  по часовой стрелке, проведите измерения величины фототока через  $5 - 10^\circ$ . Данные измерений запишите в табл. 1.

Таблица 1

$\alpha^\circ$							
$\cos^2 \alpha$							
$i_\phi, \text{мА}$							
$\alpha^\circ$							
$\cos^2 \alpha$							
$i_\phi, \text{мА}$							
$\alpha^\circ$							
$\cos^2 \alpha$							
$i_\phi, \text{мА}$							

#### Обработка экспериментальных данных

Представим (3) в виде уравнения прямой линии  $y = A + Bx$ . Тогда

$$y = i_\phi, \quad x = \cos^2 \alpha, \quad B = k. \quad (4)$$

Постройте график зависимости  $i_\phi$  от  $\cos^2 \alpha$ . Дальнейшую обработку экспериментальных данных проведите по указанию преподавателя.

#### а) Графический метод

1. Из графика определите угловой коэффициент  $B$ .
2. Убедитесь в линейной зависимости  $i_\phi$  от  $\cos^2 \alpha$

#### б) Аналитический метод

1. Методом наименьших квадратов вычислите  $B$  и  $S_B$
2. Вычислите  $S_B/B$ . Величина этого отношения характеризует отступление от линейной зависимости  $i_\phi$  от  $\cos^2 \alpha$

#### Контрольные вопросы

1. Что представляет собой свет? Какие векторы характеризуют световую волну и как они направлены друг относительно друга? Что такое интенсивность света?
2. Световая волна поперечная или продольная? В чём заключается отличие продольных волн от поперечных?
3. Что такое естественный свет? Что такое поляризованный свет? Что называют плоскостью колебаний, а что плоскостью поляризации, как эти плоскости ориентированы друг относительно друга?
4. Что такое, степень поляризации света и какой она формулой определяется?
5. Охарактеризовать основные способы получения поляризованного света:
  - 5.1. С помощью анализатора и поляризатора:
    - 5.1.1. Каково соотношение между интенсивностью естественного света, падающего на поляризатор и прошедшего через него? Почему?
    - 5.1.2. Вывод закона Малюса и его анализ. (Обратить внимание, что интенсивность света, вышедшего из анализатора всегда слабее, в крайнем случае равна, интенсивности света, прошедшего через поляризатор).
  - 5.2. При отражении света от поверхности диэлектрика - закон Брюстера:
    - 5.2.1. Степень поляризации какого луча больше; отраженного или преломленного?
    - 5.2.2. Каким способом можно добиться полной поляризации преломленного луча?
    - 5.2.3. Как расположены отраженные в преломленные лучи друг относительно друга при полной поляризации отраженного луча?
  - 5.3. При двойном лучепреломлении:
    - 5.3.1. Характеристика обыкновенного и необыкновенного лучей.
    - 5.3.2. Что такое главная оптическая ось кристалла?
    - 5.3.3. Что называют плоскостью главного сечения кристалла?
    - 5.3.4. Устройство призмы Николя.
  - 5.4. При дихроизме вещества.
6. Построить по Гюйгенсу направления преломленных лучей в одноосном двоякопреломляющем кристалле (положительном и отрицательном) для следующих случаев:
  - а) оптическая ось перпендикулярна к плоскости падения и параллельна поверхности кристалла;
  - б) оптическая ось лежит в плоскости падения параллельно поверхности кристалла;
  - в) оптическая ось лежит в плоскости падения под углом  $45^\circ$  к поверхности кристалла.
7. Применения явления поляризации света.